

УДК 669.24'74'871:620.181

Ю. В. Калетина*, А. Ю. Калетин

Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург

*kaletina@imp.uran.ru

МАРТЕНСИТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И СВОЙСТВА ФЕРРОМАГНИТНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Представлены результаты влияния термоциклической обработки и различных видов деформации на структуру и свойства новой серии синтезированных ферромагнитных сплавов на основе системы Ni–Mn–In.

Ключевые слова: сплавы Ni–Mn–In, мартенситное превращение, фазовые превращения, деформация, кручение под давлением, микротвердость.

Yu. V. Kaletina, A. Yu. Kaletin

MARTENSITIC TRANSFORMATIONS AND PROPERTIES OF FERROMAGNETIC ALLOYS UNDER EXTERNAL INFLUENCE

The results on the influence of thermocyclic processing and various types of deformation on the structure and properties of a new series of synthesized ferromagnetic alloys based on the Ni–Mn–In system are presented.

Key words: Ni–Mn–In alloys, martensitic transformation, phase transformations, deformation, high pressure.

Ферромагнитные сплавы Гейслера представляют особый уникальный класс материалов, в которых существуют магнитоуправляемый эффект памяти формы, гигантские магнитострикция, магнетосопротивление, магнетокалорический эффект и другие свойства. Синтезирование новых составов трехкомпонентных металлических систем на основе сплавов Гейслера, способных реагировать на внешние воздействия изменением своих функциональных характеристик, представляет интерес для современного материаловедения магнитных материалов.

В работе представлены результаты влияния термоциклической обработки и различных видов деформации на структуру и свойства новой серии сплавов $\text{Ni}_{47-x}\text{Mn}_{42+x}\text{In}_{11}$ ($0 \leq x \leq 2$).

В высокотемпературном состоянии сплавы имеют кубическую структуру типа $L2_1$. После отжига структура поликристаллическая, размер зерна изменялся от 200 до 500 мкм. При охлаждении наблюдали магнитный переход из пара- в ферромагнитное состояние аустенита $L2_1$, а затем мартенситное превращение, которое может происходить как при комнатной, так и при более низких температурах.

Установлено, что сплав нестехиометрического состава $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{42}\text{In}_{11}$, у которого температура структурного мартенситного превращения близка к температуре магнитного перехода и к комнатной температуре, в большей степени чувствителен к термоциклической обработке по сравнению с другими сплавами из этой серии. После отжига структура сплава двухфазная, состоит из $L2_1$ -фазы и мартенсита.

Показано, что многократные циклы нагрева в области высокотемпературной $L2_1$ фазы и охлаждения до низких температур влияют на структуру, уровень напряжений и микротвердость сплава $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{42}\text{In}_{11}$.

Исследовано влияние различных видов и условий деформации (прокаткой, осадкой, интенсивной пластической деформации сдвигом под давлением) на структуру, характер излома и свойства нового трехкомпонентного сплава Гейслера $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{42}\text{In}_{11}$.

После пластической деформации разными способами микротвердость сплава повышается, при этом упрочнение зависит от вида и степени деформации.

Установлено, что в результате деформации сдвигом под давлением до 8 ГПа при комнатной температуре наблюдается переход структуры от микрокристаллической к нанокристаллической с фрагментами зерен до 10 нм, заметно возрастает доля вязкой составляющей в изломе, снижается уровень магнитной восприимчивости сплава, при этом с увеличением степени деформации микротвердость повышается в 1,5–2 раза.

Применение других видов пластической деформации (прокатка и осадка) не приводят к эффективному измельчению зерна из-за хрупкости сплава.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Структура» № АААА-А18–118020190116–6, при частичной поддержке проекта РФФИ № 20–03–00056.